

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-206141

(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

G01P 15/10

A61B 5/22

A63B 71/06

G01C 19/56

G01P 9/04

G01P 15/00

(21)Application number : 11-011282

(71)Applicant : MIYOTA KK

TOMIKAWA YOSHIRO

(22)Date of filing : 20.01.1999

(72)Inventor : TOMIKAWA YOSHIRO

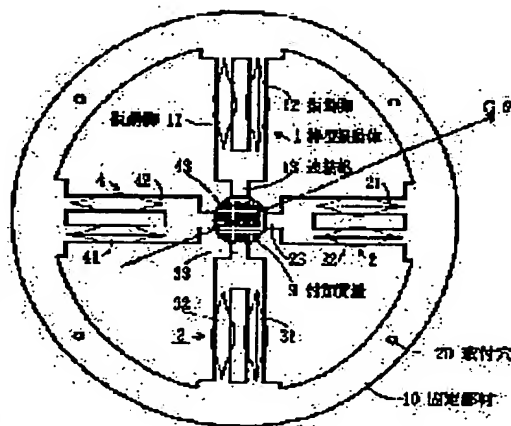
SHIRATORI NORIHIKO

(54) MOMENTUM SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an oscillating-body sensor to detect acceleration by changes in natural frequencies and a substantially single-body momentum sensor which applies the oscillating-body sensor and is capable of simultaneously measuring a plurality of motion elements such as acceleration in other directions, angular velocity, and the like.

SOLUTION: The momentum sensor is provided with at least one acceleration sensor to detect changes in the oscillation frequency of a rod-shaped, plate-shaped, or frame-shaped oscillating body 1 with one end fixed and the other end connected to an additional mass 9 and to detect impressed acceleration. In addition, the oscillating bodies 1 of the above-mentioned constitution or tuning fork-type oscillating bodies are integrally arranged in the periphery of the common additional mass 9 to measure accelerations in different directions by changes in natural frequencies and to detect voltage generated by the Coriolis force to measure angular velocity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.12.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-206141

(P2000-206141A)

(43) 公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------------------|
| G 0 1 P 15/10 | | G 0 1 P 15/10 | 2 F 1 0 5 |
| A 6 1 B 5/22 | | A 6 1 B 5/22 | B |
| A 6 3 B 71/06 | | A 6 3 B 71/06 | J |
| G 0 1 C 19/56 | | G 0 1 C 19/56 | |
| G 0 1 P 9/04 | | G 0 1 P 9/04 | |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-11282

(22) 出願日 平成11年1月20日(1999.1.20)

(71) 出願人 000166948

ミヨタ株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107番地 5

(71) 出願人 591171057

富川 義朗

山形県米沢市林泉寺2丁目2番3-1号

(72) 発明者 富川 義朗

山形県米沢市林泉寺2丁目2番3-1号

(72) 発明者 白鳥 典彦

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107番地 5 ミヨタ株式会社内

Fターム(参考) 2F105 AA08 BB20 CC01 CC04 CC11

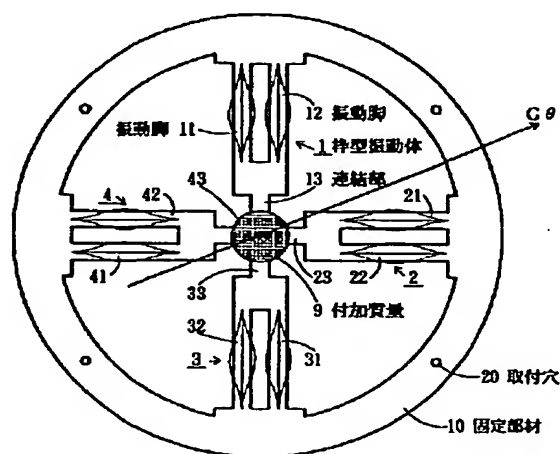
DD01 DD05 DD11

(54) 【発明の名称】 運動量センサ

(57) 【要約】

【課題】 固有振動数の変化によって加速度を検出する振動体センサと、これを応用して更に他の方向の加速度や角速度等の複数の運動要素を同時に計測できる実質的に単体の運動量センサを提供する。

【解決手段】 一端を固定し他端を付加質量に連結した棒状、板状、あるいは棒状の振動体の振動周波数の変化を検出して印加される加速度を検知する加速度センサを少なくとも1個備えること。また共通の付加質量の周囲に前記構成の振動体あるいは音叉型振動体を配置して一体化し、異なる方向の加速度を固有振動数の変化によって計測し、またコリオリ力により生起する電圧を検出して角速度を計測すること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一端を固定し他端を付加質量に連結した振動体の振動周波数の変化を検出して、印加される加速度を検知する加速度センサを少なくとも1個備えたことを特徴とする運動量センサ。

【請求項2】 共通の付加質量の両側にそれぞれ一端を固着し、他端を固定部材に固着した2個の振動体の振動周波数の変化を検出して、印加される加速度を検知する加速度センサを備えたことを特徴とする運動量センサ。

【請求項3】 前記振動体は屈曲振動する棒状の振動体であることを特徴とする請求項1または2の運動量センサ。

【請求項4】 前記振動体は縦振動する棒状、板状、あるいは棒状の振動体であることを特徴とする請求項1または2の運動量センサ。

【請求項5】 共通の付加質量の周囲に屈曲振動する棒状の振動体あるいは縦振動する棒状、板状、または棒状の振動体を複数個放射状に配置して前記付加質量にそれらの一端を固着し、またそれらの他端を固定部材に連結し、前記複数個の振動体の固有振動数の変化を検出して、少なくとも二つの方向の加速度を検知することを特徴とする運動量センサ。

【請求項6】 共通の付加質量の両側あるいは周囲に屈曲振動する棒状の振動体あるいは縦振動する棒状、板状、または棒状の振動体を複数個放射状に配置して前記付加質量にそれらの一端を固着し、またそれらの他端を固定部材に連結し、前記複数個の振動体の固有振動数の変化を検出し、あるいは棒状の振動体に作用するコリオリ力に基づいて生起する電圧を検出して、少なくとも一つの方向の加速度と少なくとも一つの回転軸に関する角速度を検知することを特徴とする運動量センサ。

【請求項7】 少なくとも1組の音叉型の振動体の基部を共通の付加質量とし、その両側あるいは周囲に屈曲振動する棒状の振動体あるいは縦振動する棒状、板状、または棒状の振動体の少なくとも2個の一端を連結し、他端を固定部材に固定した構造を有し、前記音叉型振動体に作用するコリオリ力に基づいて生起する電圧を検出して少なくとも一つの回転軸に関する角速度を検知すると共に、前記他の振動体の固有振動数の変化を検出して少なくとも一つの方向の加速度を検知することを特徴とする運動量センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は加速度あるいは回転角速度を測定することができる運動量センサに関する。

【0002】

【従来の技術】 運動体の運動状況の計測制御において、小型の電気機械的なセンサを計測対象となる物体に搭載し、その振動状態の変化を知る技術が発達しつつある。例えば加速度計としては質量の慣性力を圧電的あるいは

電磁的に検知する装置、角速度計としてはフリーフリーバーや音叉等の振動体を特定の軸方向で回転させたときに発生するコリオリ力に基づく振動の変化を圧電的に検知して角速度を知る装置が知られている。

【0003】 まず角速度センサとしては図9に示すL字型の音叉型振動体が公知である。この原理を簡単に述べる。振動体は金属や圧電性結晶の板材より成り、台座等に固定される基部500にて連結された2本のL字型の振動脚100、200を持ち、側方に張り出した偏心質量102、202を各自由端に備える。G1、G2はその重心位置を示す。この質量の偏心構造により音叉板面内の回転運動における角速度 Ω が計測可能となっている。

【0004】 図示 Ω が作用すると、両振動脚が開きつつあって偏心質量102、202がそれぞれU1、U2なる速度（図示状態は両脚が開きつつある位相にある）を持つとき、 Ω に比例してコリオリ力 F_{C1} 、 F_{C2} が発生する。各コリオリ力は脚のバネ軸に対して偏心しているので、脚の断面にモーメントを生じ、その回転方向は同じ向きである。

【0005】 103、203は振動脚のバネ部101、201に接合した圧電素子（音叉が圧電材料製の場合は電極膜群の組）であり、電気-機械変換器である。この電極には駆動（励振）電圧、脚の振動変位に比例して圧電的に発生する電圧、コリオリ力のモーメントに比例して発生する電圧の3者が重畳している。そこで両圧電素子の示す電圧を差動的に増幅することによって前2者は相殺され、コリオリ力に比例する電圧のみが取り出され、振動ジャイロ装置が成立する。

【0006】 また従来の加速度センサは、印加される作用力を電圧に変換する圧電素子を機械-電気変換器として使用し、その一端を被測定機器に固定し、他端に付加質量を固着して、この付加質量に作用する慣性力を直接アナログ的に測定していた。この加速度センサは振動体の応用ではないので、測定原理はコリオリ力の測定との共通性はない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の加速度センサは、その感度あるいは精度が圧電材料の圧電特性に依存する。これは圧電材料の製造、加工工程、電極の状態、それらの温度や時間に対する依存性に関係して変化やバラツキを生じる。加速度の変化をかようなアナログ量に頼る計測ではなく、例えば周波数の変化などに変換していわばデジタル量として計測できるようになれば、測定結果に対する変動要因が少なくなる。また圧電定数が加速度の感度に直接関係しなくなるので、圧電定数は小さいが材質的に極めて安定な水晶等の単結晶材料などをセンサに用いることができる。これらによって測定精度の向上が期待できる。

【0008】 また、加速度と角速度はベクトル量である

から3次元の方向を考慮すると合計6種類ある。運動の計測制御においてはこれらを全て計測する必要があることは稀で、大抵の運動体はその種類によって、6種のベクトル量のうち2～3を知れば目的を達することが多い。例えばカメラの手ぶれ制御では通常2軸の角速度検出を行っている。しかるに従来実用の域に達している運動量センサのほとんどは単項目のみが計測できるに過ぎない。

【0009】単項目のみが計測できるセンサを複数個集めれば計測目的は達成できるが、計測装置自体は別個のセンサを必要とする。各センサはデリケートな構造を有し、性能維持のためには安定性のある支持構造や、気密容器に封入するなどの手段を必要とし、別個の調整を行わなければならない。従って複数のセンサの搭載は、対象となる運動物体の十分な小型化を妨げるし、コスト削減の制限となることは避けられない。複数項目の計測が可能な単体センサが実現すれば、これらの制約がなくなり、大幅な技術的改善の可能性が生じることは明らかである。

【0010】本発明の第1の目的は、加速度を周波数変化として検出できる加速度センサを提供することである。また第2の目的は、複数の運動項目を検知することが可能で実用性が高い、単体のセンサを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の運動量センサは以下の諸特徴の少なくとも1つを備える。

【0012】(1)一端を固定し他端を付加質量に連結した振動体の振動周波数の変化を検出して、印加される加速度を検知する加速度センサを少なくとも1個備えたこと。

【0013】(2)共通の付加質量の両側にそれぞれ一端を固着し、他端を固定部材に固着した2個の振動体の振動周波数の変化を検出して、印加される加速度を検知する加速度センサを備えたこと。

【0014】(3)前記振動体は屈曲振動する棒状の振動体であること。

【0015】(4)前記振動体は縦振動する棒状、板状、あるいは棒状の振動体であること。

【0016】(5)共通の付加質量の周囲に屈曲振動する棒状の振動体あるいは縦振動する棒状、板状、または棒状の振動体を複数個放射状に配置して前記付加質量にそれらの一端を固着し、またそれらの他端を固定部材に連結し、前記複数個の振動体の固有振動数の変化を検出して、少なくとも二つの方向の加速度を検知すること。

【0017】(6)共通の付加質量の両側あるいは周囲に屈曲振動する棒状の振動体あるいは縦振動する棒状、板状、または棒状の振動体を複数個放射状に配置して前記付加質量にそれらの一端を固着し、またそれらの他端

を固定部材に連結し、前記複数個の振動体の固有振動数の変化を検出し、あるいは棒状の振動体に作用するコリオリ力に基づいて生起する電圧を検出して、少なくとも一つの方向の加速度と少なくとも一つの回転軸に関する角速度を検知すること。

【0018】(7)少なくとも1組の音叉型の振動体の基部を共通の付加質量とし、その両側あるいは周囲に屈曲振動する棒状の振動体あるいは縦振動する棒状、板状、または棒状の振動体の少なくとも2個の一端を連結し、他端を固定部材に固定した構造を有し、前記音叉型振動体に作用するコリオリ力に基づいて生起する電圧を検出して少なくとも一つの回転軸に関する角速度を検知すると共に、前記他の振動体の固有振動数の変化を検出して少なくとも一つの方向の加速度を検知すること。

【0019】

【発明の実施の形態】まず1次元(1方向)の加速度を検出する加速度センサに関する本発明の実施の形態の例を図5～図7の各平面図に示す。これらは印加された加速度を振動体の固有振動数の変化として検出するものである。

【0020】図5(a)は本発明の第1の実施の形態の平面図であり、全体は金属あるいは圧電材料等の板材を図示形状に打ち抜いて形成される。棒型振動体1の左端は固定部材10と一体であり、その最左端は基台あるいはセンサの容器等に固定される。右端は連結部13を経由して付加質量9(板材の膨大形状部あるいはその部分に更に高比重の金属を厚メッキしたり鍍部材を接着して質量を増したものに固着されている。図示矢印G方向の加速度成分を検出する。

【0021】本例でセンサの中核となるのは両端を連結された振動脚11、12より成る棒型の振動体1である。両者のバネ軸は平行であるが、図中細い実線で示したように、棒の長手方向の中心軸(図示せず)の両側に対称的に開閉するモードの屈曲の自由振動を励振されている。この自由振動状態の棒の長手方向両端に引張りあるいは圧縮力を印加すると、力に応じて振動数が変化するので、その変化分を知れば(例えば他の基準周波数と比較する等の手段で)、荷重の大きさが知られる。この原理は既に電子秤で実用化されている。このセンサの全体がG方向に加速されるときに付加質量9に発生する慣性力が棒型振動体の周波数変化として検出される。

【0022】固定部材10の周囲は外枠状をなし、付加質量9を支えると共に、その左右方向への直線運動のガイド部材を兼用している。くびれ部30および可撓部40は付加質量の直線運動による固定部材10の変形抵抗を減ずるために設けてある。また図5(b)はその直線ガイド機構部分の変形例であり、可撓部の他の形状を示している。

【0023】図5(c)は本発明の第2の実施の形態を示す平面図である。本例では、振動体1として、長手方

向に縦振動を行う板状（棒状と言うこともできる）の振動体を用いている。振動体1は一端が断面変化を設けて振動体部分と区画をつけた固定部10を介して固定され、他端が連結部13を介して付加質量9に固着されている。付加質量9には図5（a）、（b）に示したくびれ部30や可撓部40等の直線運動のガイド部材を設けてもよいが、本例では図示を省略している。なお振動体1と固定部10あるいは連結部13との断面変化の大小の設け方は図示と逆であることもあり得る。

【0024】本センサが検出する加速度の方向は図示のG方向、またはその逆方向であり、振動体1の固有振動数の変化量およびその符号は、印加される加速度の大きさと向き（方向）とに依存する。また振動体1の縦振動の振動モードは各種の次数のものが採用可能であり、実験的に最適の次数が選ばれる。各次数によって、付加質量9の固有振動数への関与の程度はもちろん異なる。また振動体を圧電的に励振する場合、一般に屈曲振動よりも縦振動の方が電極構造は簡単になりうる。なお棒型の振動体を、2本の棒状（板状）の縦振動体が平行に組み合わせられたものとみなして、図5（a）、（b）に示したセンサ振動体をほとんどそのままの形状で、両縦振動体が同位相で励振される複合型縦振動体とすることもできる。

【0025】図6は本発明の第3の実施の形態である加速度センサの平面図を示す。前述の実施の形態と対応する部材には同じ記号を付し改めて説明しない。本例はもう1つの棒型の振動体2（振動脚21、22、連結部23を含む）が付加質量9に対称的に固着されている。また両棒型振動体は共通の固定部材10と一体化されており、固定部材10は図示しない基台に固定されている（斜線部）。固定部材10がG方向に加速度運動するとき付加質量9に発生する逆方向の慣性力 mG は、棒型の振動体1および2の一方に引張り力、他方に圧縮力として作用し、それぞれに逆方向の周波数変化をもたらすので両周波数の差をとれば、基準振動源がなくても高感度で慣性力に従って長軸方向の加速度が計測できる。

【0026】また改めて図示しないが、この第3の実施の形態における棒型の振動体1および2を、上記の第2の実施の形態にて示したような縦振動型の振動体で置き換えて、即ち1個の付加質量の両側にそれぞれ縦振動を行う振動体を連結し、これら振動体の両外側を固定して、新たな加速度センサである第4の実施の形態とすることもできる。

【0027】また図7は第5の実施の形態の加速度センサの平面図であり、付加質量9の代りに棒型の振動体1自身の質量 m によって棒型の振動体に慣性力を印加しようとする構成である。また本実施の形態における振動体を、棒状、板状、あるいは棒状等の縦振動体で置換することもできる。

【0028】次に、複数の運動項目を検知することが可

能なように、しかも単体で構成した本発明のセンサに関する種々の実施の形態を、図1～図4および図8によって説明する。

【0029】図1は本発明の第6の実施の形態である2次元（あるいは2軸）の加速度センサを示す平面図である。役割をほぼ等しくする部材には他の例と共通の記号を新たな説明なしで付してある。本例においては4個の棒型の振動体1～4を有する。それらはほぼ同一形状を有し、1枚の板状素材から一体形成されている。11、12、21、22、31、32、41、42はそれぞれ振動脚、13、23、33、43は連結部、9は付加質量で、4個の棒型振動体はその連結部が中心の付加質量に連結されてその周囲に90°間隔で放射状に配置され、それらの外端は固定部材10と一体になっている。

【0030】4個の棒型の振動体はそれぞれ図示しない電気-機械変換器と発振回路とによって自励振動している。加速度の検出は、図の上下方向の加速度成分については付加質量9の慣性力による棒型振動体1と3との周波数変化を、水平方向の加速度成分は棒型の振動体2と4との周波数変化を例えば第3の実施の形態（図6）で述べたように測定して行う。また両成分の大きさと符号の比較により、センサ平面内で実際に作用している任意方向の加速度 $G\theta$ の未知の方向と絶対値を知ることができる。各棒型振動体の励振周波数は、相互間の引き込み現象を避けねばならない場合、故意にずらして設定することがある。また振動体1～4を棒状、板状、棒型の縦振動体に置換して新たな実施の形態とすることもできることも前述の通りである。

【0031】次に本発明の第7の実施の形態について述べる。センサの概略形状は図1と同じなので本例の図示は省略する。両者の差は、第6の実施の形態においては周波数の差により検出したが、第7の実施の形態では例えば棒型振動体2と3とを自励振動させず、付加質量9からの慣性力により電気-機械変換器（自励振動させる第1の実施の形態の場合とは必ずしも同構造ではない）に生じられる電圧、電荷、電流、あるいはそれらの変化を検出するようにし、任意方向の $G\theta$ をより容易に判別することを意図している。

【0032】図2はいずれも他の2次元加速度センサの平面図であり、（a）は本発明の第8の実施の形態、（b）は本発明の第9の実施の形態を示す。これらのように、振動体の数を3個、（6個：図示せず）、8個等と多脚化した構成によって、 $G\theta$ をより直接に、あるいはくわしく検出できるように構成することが可能となる。これら振動体を既に度々述べたように、縦振動を行うものに置換することもできる。

【0033】図3（a）は本発明の第10の実施の形態を示す平面図である。本センサは角速度も測定可能である。角速度測定の原理は以下の通りである。例えば棒型の振動体1と3とを同一周波数かつ逆相（一方が拡張の

とき他方が縮幅)で励振すると、付加質量9は図の上下方向に振動する。そこでセンサ面内の回転運動(回転軸は図面に垂直)が加わると、水平方向にコリオリ力が発生して付加質量9に水平方向の振動が誘起される。棒型の振動体2と4とをセンサとしてこの振動を検出すれば角速度 Ω を知ることができる。

【0034】本例においては、コリオリ力センサの駆動と検出の両方に棒型の振動体(両持ちの音叉とみなすことができる)を使用しているため、センサの支持の影響を小さくできる長所がある。ピックアップとなる2つの対向する棒型振動体、あるいはその各振動脚に設けた電気-機械変換器は適宜差動的に接続してノイズを減じ感度を上げることができる。また棒型の振動体1、3による垂直振動と2、4による横振動とをほぼ等しくし、同形縮退モードを利用することができる。

【0035】また駆動素子である棒型の振動体1、3の周波数変化を用いて、垂直方向の加速度も同時に計測できる。即ち1次元の加速度と1次元の角速度が計測できる。あるいは駆動・検出動作を時分割的に短いサイクルで繰り返して行わせることにより、2次元の加速度計測と1次元の角速度の計測を同じセンサで行うことも可能である。すなわち1つの平面内でのあらゆる並進および回転運動の情報が得られるセンサが実現できる。

【0036】図3(b)は本発明の第11の実施の形態を示す平面図で、同一平面内の回転と2次元加速度を計測する多機能センサの例である。角速度の検出は棒型の振動体1で付加質量9を上下方向に駆動し、コリオリ力による水平方向の振動を棒型振動体4をピックアップとして検出する。また2次元の加速度を棒型の振動体2と3との自励共振周波数の変化量を用いて検出する。

【0037】このとき棒型の振動体1は両持ち音叉としての最低周波数のモードで励振するが、棒型の振動体2と3とは細い実線で示したように高次のモードで励振し、角速度の情報と加速度の情報を周波数フィルタで分離できるように構成する。なお情報弁別のため異なる周波数を設定する方法は、このような異なるモードを用いる他、棒型の振動体の寸法を個別に変えて、同じ振動モードを用いて両持ち音叉の固有振動数を異ならせてもよい。

【0038】なおこれらの実施の形態のセンサのように付加質量9の2次元運動を利用する計測の場合、棒型の振動体の連結部13、23、33、43等はできるだけ細く、かつ短くすることが望ましい。また付加質量は十分大きいことが望ましいので追加の質量を与える部材を接着してもよい。

【0039】図4は本発明の第12の実施の形態を示す多機能センサの平面図である。本センサは8個の棒型の振動体1~8を共通付加質量9のまわりに等間隔に有する。90°間隔で配置された棒型の振動体1、3、5、7の群はほぼ等しい固有振動数を有して駆動機能と検出

機能を持ち前記実施例の如くにして例えば回転角速度を検出する。また他の棒型の振動体2、4、6、8の群は前群と異なる固有振動数の駆動・検出を行い、角速度情報と分離しつつ2次元加速度を検出する。

【0040】図8(a)は本発明の第13の実施の形態を示す多機能センサの平面図、(b)はその変形例の平面図であり、板面内の回転と図面横方向の加速度を検出する。(a)図において、本例は棒型の振動体1、2とL字型の振動脚100、200、300、400より成る2対のL字型音叉を組み合わせた多機能センサである。自励共振する棒型の振動体1、2は内端がL字型音叉の基部500に接続され、外端が棒状部材としては図示していないが固定部材に固定される。基部500とL字型音叉全体が2つの棒型の振動体の共通付加質量となり、加速度検出を行う。角速度検出は従来例(図9)同様L字型音叉の各対を用いて行う。振動体1、2を縦振動型の振動体に置換することも可能である。

【0041】図8(a)のセンサにおいては4つのL字型振動脚のパネ部101、201、301、401はセンサの水平な対称軸に関して、細い実線でパネ軸と共に曲線で示したように同位相で開閉するモードで振動させる。そのとき角速度 Ω によって発生するコリオリ力FC1とFC4、FC2とFC3は同方向となり、センサ全体にコリオリ力の作るモーメントが残る。

【0042】図8(b)のセンサは前図の第13の実施の形態の変形例である。形状の変化はないが、図示しない電極接続あるいは回路接続を変えて左右のL字型音叉の屈曲振動の位相を逆相としてある。このときコリオリ力FC1とFC4、FC2とFC3は互いに逆向きとなり、センサ全体ではコリオリ力は打ち消されて完全に力およびモーメントのバランスが取れたセンサが実現できる。

【0043】以上種々の実施の形態を例示したが、本発明の技術的範囲はもちろんこれらのみに限定されない。例えば各実施の形態の特徴の取捨選択あるいは組み合わせ、真直脚音叉の採用、可能な場合の振動体の種類や形状変更(棒型音叉、縦振動体以外にも、厚みすべり振動体や輪郭すべり振動体等も採用し得るであろう)、配置の変更、部分形状の変更(固定部材の形状や細部形状のR付け等の最適化など)、センサ材料の選択(恒弾性金属材料、水晶その他種々の単結晶材料、磁器材料、高分子材料などの使用)、支持構造、固定構造、センサ容器等の変更、電気-機械変換器の構造、検出する加速度や角速度の方向の選択、など多くの可能性を含んでいる。

【0044】

【発明の効果】本発明のセンサ(請求項1~4)は加速度を周波数変化として測定するので、精密な測定が容易になると共に、センサ振動体を構成する材質の電気的性質が感度に及ぼす影響を減じることができたので、その

こと自体、あるいは材質の選択の自由度を増すことができることによって、測定の精度や安定度を改善しうる。

【0045】また本発明においては共通の付加質量の周囲に複数の振動体を配した構造により（請求項5～7）、複数項目の運動項目を検知することが可能な単体のセンサが得られ、応用範囲が拡大すると共に、センサ自体およびセンサを搭載する対象機器の小型化やコストの低減を達成できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第6の実施の形態である2次元加速度センサの平面図である。

【図2】（a）は本発明の第8の実施の形態である2次元加速度センサの平面図、（b）は本発明の第9の実施の形態である2次元加速度センサの平面図である。

【図3】（a）は本発明の第10の実施の形態である多機能センサの平面図、（b）は本発明の第11の実施の形態である多機能センサの平面図である。

【図4】本発明の第12の実施の形態である多機能センサの平面図である。

【図5】（a）は本発明の第1の実施の形態である加速度センサを示す平面図、（b）はその変形例の要部平面図、（c）は本発明の第2の実施の形態である加速度センサの平面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態である加速度センサを示す平面図である。

【図7】本発明の第5の実施の形態である加速度センサを示す平面図である。

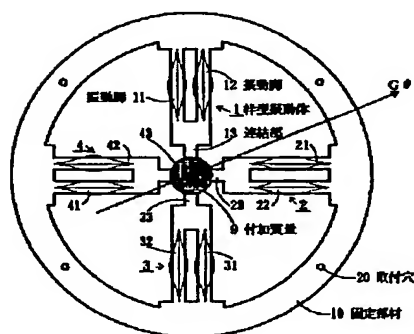
【図8】（a）は本発明の第13の実施の形態である多機能センサの作動平面図、（b）はその変形例の作動平面図である。

【図9】公知の角速度センサであるL字型音叉の平面図である。

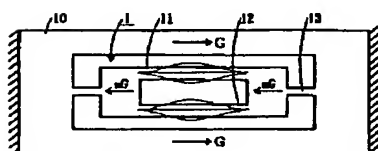
【符号の説明】

- 1、2、3、4、5、6、7、8 振動体
- 9 付加質量
- 10 固定部材
- 20 取付穴
- 30 くびれ部
- 40 可撓部
- 11、12、21、22、31、32、41、42 振動脚
- 13、23、33、43 連結部
- 100、200、300、400 L字型振動脚
- 101、201、301、401 パネ部
- 102、202 偏心質量
- 103、203 圧電素子
- 500 基部
- FC1、FC2、FC3、FC4 コリオリ力
- G 加速度
- m 付加質量
- G θ 任意方向の加速度
- G1、G2 偏心質量の重心位置
- U1、U2 速度
- Ω 角速度

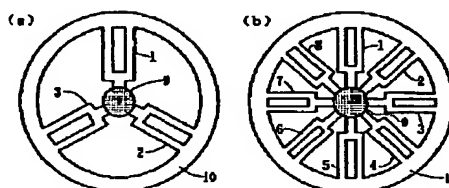
【図1】



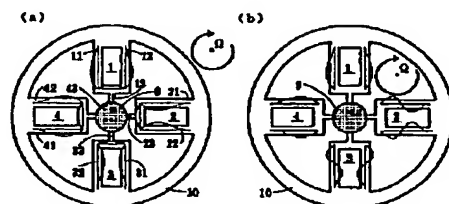
【図7】



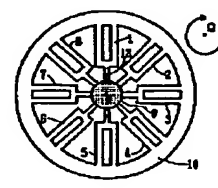
【図2】



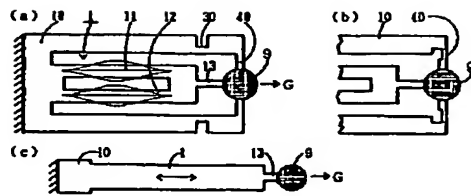
【図3】



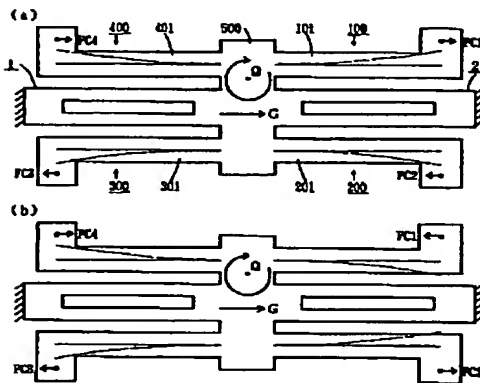
【図4】



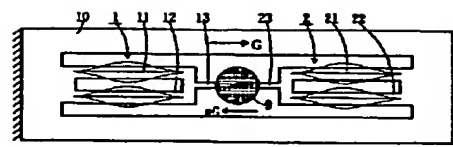
【図 5】



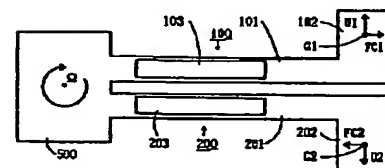
【図 8】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
G 0 1 P 15/00

識別記号

F I
G 0 1 P 15/00

テーマコード (参考)
K

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)